МОДЕЛЬ DEA-АНАЛИЗА И ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ В ИТ-МЕНЕДЖМЕНТЕ

Т. А. Ткалич

Белорусский государственный экономический университет
Минск, Беларусь
E-mail: informatika@tut.by

Реализован DEA-анализ сравнительной эффективности предприятий, который определяет соотношение произведенных товаров и услуг (output) к использованным ресурсам (input). Разработан программный комплекс и применен для анализа результативности предприятий. DEA-анализ позволил определить объекты-лидеры и объекты-аутсайдеры относительно выбранной границы эффективности.

Ключевые слова: DEA-модель, 100% эффективность, граница эффективности.

ОСНОВЫ DEA-АНАЛИЗА

Классическое маркетинговое исследование изучает структуру и закономерности динамики рынка, обосновывает необходимость и возможности конкретного предприятия для более эффективной адаптации производства, технологий и структуры, а также выводимой на рынок продукции или услуг к спросу и требованиям конечного потребителя. Стратегическое маркетинговое исследование тесно связано с применением принципов, методов, инструментария и философии бенчмаркинга.

Бенчмаркинг используется для сравнения индексов и показателей результативности и основан на сравнении этих показателей с оценками лучших и передовых технологий (Best-in-Class) на основе определения расстояния между исследуемым результатом и границей эффективности. Метод анализа оболочки данных (Data Envelopment Analysis, DEA) является широко известным и применяемым на практике аналитическим методом бенчмаркинга. Он представляет собой классическое применение методов линейного программирования к решению задач сравнения многопараметрических объектов по эффективности функционирования и их производительности.

При анализе оболочки данных основополагающим понятием является эффективность, которая определяется как частное от деления взвешенной суммы всех выходных параметров на взвешенную сумму всех входных факторов.

DEA определяет из количества задействованных компаний эффективные единицы путем построения границы эффективности, а для всех остальных – меру их неэффективности, причем эффективность или неэффективность конкретного предприятия определяется принятием собственных решений.

Критерием для выявления эффективности при DEA является достижение оптимума по Парето, а в основе лежит идея относительной эффективности: предприятие является на 100% эффективным [1–3], если:

а) ни один из выходных параметров не может быть повышен без повышения одного или более входных факторов либо понижения других выходных параметров;

б) ни один из входных факторов не может быть уменьшен без понижения одного или более выходных параметров либо повышения других входных факторов.

Такое определение применительно только к понятию относительной эффективности и может быть нестрогим, поскольку истинная эффективность в большинстве случаев неизвестна. 100% относительной эффективности может быть достигнуто только тогда, когда в сравнении с аналогами не существует оснований для неэффективности по отношению к одному или нескольким входным или выходным факторам. Как сопоставимые, при этом, обозначаются такие предприятия, которые при одинаковых входных и выходных факторах преследуют одинаковые цели.

Базовыми моделями DEA-анализа являются прямая и двойственная CCR- (Charnes, Cooper, Rhodes − Чарнеса, Купера и Родоса) и BCC-модели (Банкера, Чарнеса и Купера), которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Базовые DEA-модели

Название	Функциональное представление DEA-модели	Характеристика
Двойственная input-ориентированная CCR-input модель	$\sum_{j=1}^{s} \mu_j y_{j0} \to \max$ при $\sum_{i=1}^{r} t_i x_i = 1; \quad \mu_j, t_i \geq 0$	Максимальный эффект при минимизации взвешенных входов по отношению к любому нормированному выходу
Двойственная input-ориентированная BCC-модель	$\sum_{j=1}^{s} \mu_j y_{j0} + u_0 \to \max$ при $\sum_{i=1}^{r} t_i x_i = 1; \quad \mu_j, t_i \geq 0$	Максимальный эффект при минимизации взвешенных входов к любому выходу эффекту масштаба *u* изменения входных параметров *x* относительно выходных *y*.
Двойственная суммарная модель VarMulti	$\sum_{j=1}^{s} \mu_j \log(y_{j0}) - \sum_{i=1}^{r} t_i \log(x_{i0}) \to \max$ при $\sum_{i=1}^{r} t_i x_i = 1; \quad \mu_j, t_i \geq 0$	Интерпретируется для производственных функций

Примечание: использованы обозначения: x_i – входные показатели, y_i – выходные показатели, t_i и μ_i – весовые коэффициенты входных и выходных показателей соответственно, *i* – число единиц, которые сравниваются; *r* – число входных факторов; *s* – число выходных параметров.

Прямая модель определяет изменение входных показателей по отношению только к одному выходному показателю. Двойственная модель определяет отношение изменения входных показателей по отношению к любому набору выходных показателей.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ DEA-АНАЛИЗА

Метод DEA был использован для определения эффективности работы компаний, входящих в состав Парка Высоких Технологий. В качестве объектов исследования были выбраны 28 компаний, входящих в состав Парка Высоких технологий, среди которых − СП ЗАО "Международный деловой альянс"; ИП "ИВА-Гомель"; СЗАО "Белсофт-Борлас групп"; ОДО "БИ-ЛОДЖИК"; ЧУП "Вайрон АйТи"; ООО "Виаден Медиа"; ОДО "ВирусБлокАда"; ИЧПУП "Годел Технолоджис Юроп"; ООО "Дженерэйшн-Пи Консалтинг"; ИП "Джи2Экс Девелопмент Сервисиз"; ЗАО "Интеллектуальные системы"; ОДО "ИНТЕРМЕХ"; ИП "ИТ парк"; ЗАО Итранзишэн; "Конструкторское бюро специальной

техники" БГУ; ООО "КОМПИТ ДЕВЕЛОПЕР СИСТЕМС"; ЧУП "КомплИТ"; ЗАО "Кьюликс системс"; НПООО "Лакшми"; НТО "ЛюксСофт"; ЧУП "МАКСИПРОСОФТ"; ООО "Марко"; ЗАО "МиСофт НВП"; НЧПУП "Нетолоджик"; ООО "НИИЭВМсервис"; ОДО "НИЛИТИС"; ООО "Новаком Групп"; ЗАО "НТЦ КОНТАКТ".

В качестве взвешенных входных показателей применены: численность пользователей, численность ИТ-персонала, доля штатных сотрудников, являющихся ИТ-специалистами, доля штатных сотрудников, владеющих иностранными языками, средняя заработная плата ИТ-специалиста, стоимость человека/часа разработки доля аутсорсинга ИТ-сервисов. В качестве взвешенных выходных показателей − эффективность (годовой оборот, рост оборота, доля оборота по экспорту, процент поставок ИТ-услуг на внутренний и внешний рынок);

Программная реализация DEA-анализа предоставляет задание параметров, работу с базой данных, обеспечение удобного и понятного пользовательского интерфейса.

Определение предметной области и параметрами объектов (рисунок 1) формирует основное окно программы (рисунок 2).

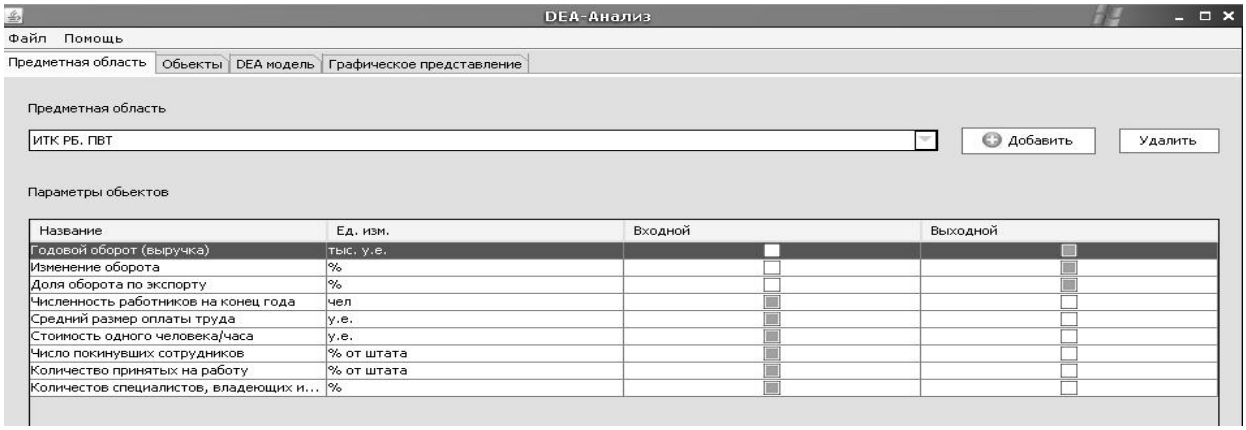


Рис. 1. Управление предметной областью и параметрами объектов

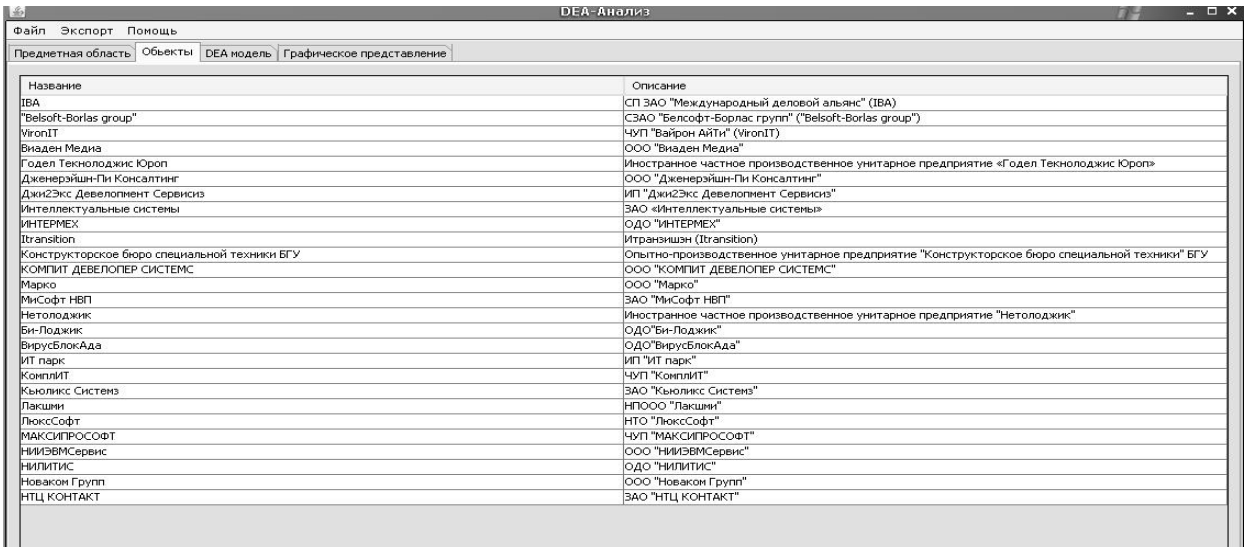
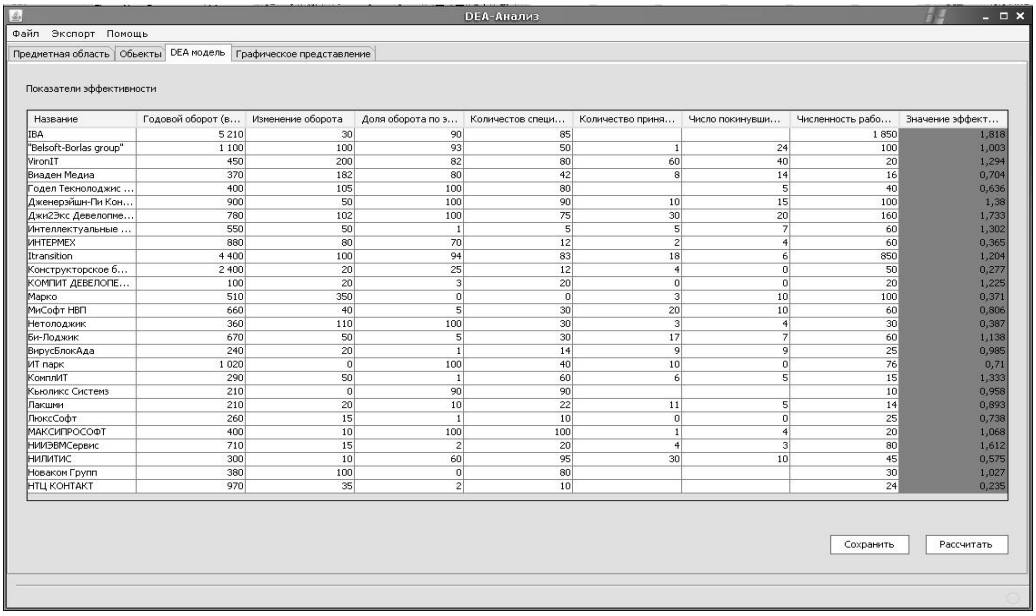


Рис. 2. Основное окно программы

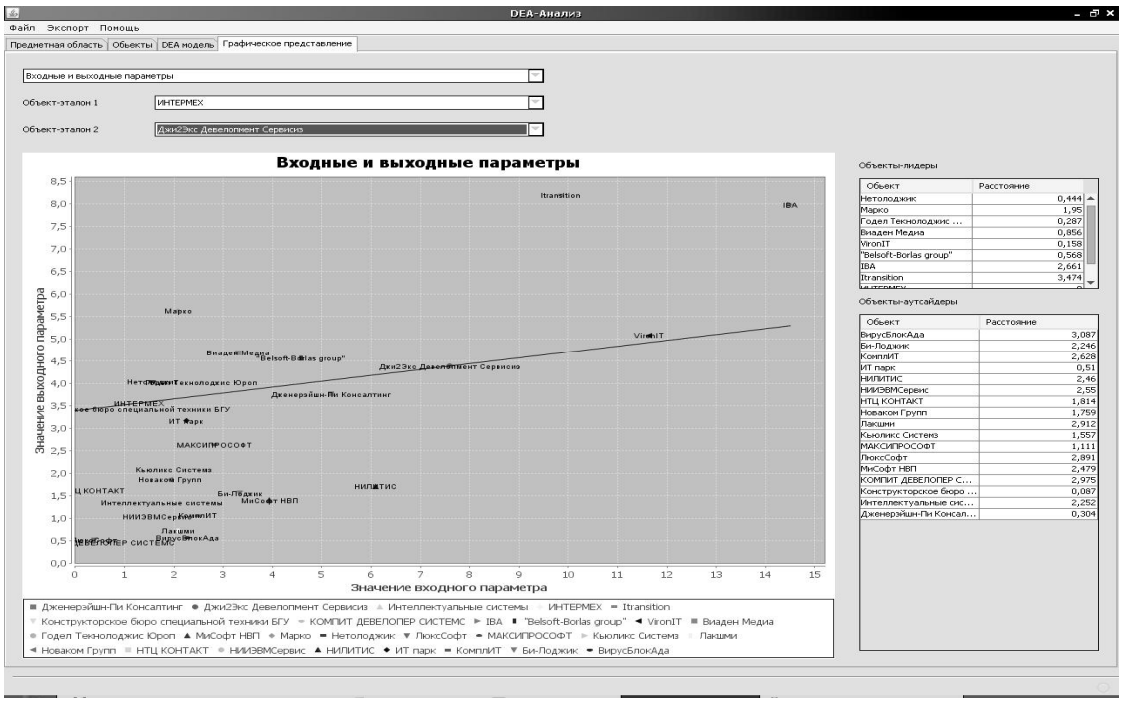
Вкладка «DEA модель» (рисунок 3) предоставляет возможность задать для каждого параметра объекта значение и пронормировать введенные данные.



Название	Годовой оборот (в...	Изменение оборота	Доля оборота по э...	Количестов специ...	Количество приня...	Число покинувши...	Численность рабо...	Значение эффект...
IBA	5 210	30	90	85			1 850	1,818
"Belsoft-Borlas group"	1 100	100	93	50	1	24	100	1,003
VironIT	450	200	82	80	60	40	20	1,294
Виаден Медиа	370	182	80	42	8	14	16	0,704
Годел Технолоджис ...	400	105	100	80		5	40	0,636
Дженерэйшн-Пи Кон...	900	50	100	90	10	15	100	1,38
Джи2Экс Девелопме...	780	102	100	75	30	20	160	1,733
Интеллектуальные ...	550	50	1	5	5	7	60	1,302
ИНТЕРМЕХ	880	80	70	12	2	4	60	0,365
Itransition	4 400	100	94	83	18	6	850	1,204
Конструкторское б...	2 400	20	25	12	4	0	50	0,277
КОМПИТ ДЕВЕЛОПЕ...	100	20	3	20	0	0	20	1,225
Марко	510	350	0	0	3	10	100	0,371
МиСофт НВП	660	40	5	30	20	10	60	0,806
Нетолоджик	360	110	100	30	3	4	30	0,387
Би-Поджик	670	50	5	30	17	7	60	1,138
ВирусБлокАда	240	20	1	14	9	9	25	0,985
ИТ парк	1 020	0	100	40	10	0	76	0,71
КомплИТ	290	50	1	60	6	5	15	1,333
Кьюликс Системз	210	0	90	90			10	0,958
Лакшми	210	20	10	22	11	5	14	0,893
ЛюксСофт	260	15	1	10	0	0	25	0,738
МАКСИПРОСОФТ	400	10	100	100	1	4	20	1,068
НИИЭВМСервис	710	15	2	20	4	3	80	1,612
НИЛИТИС	300	10	60	95	30	10	45	0,575
Новаком Групп	380	100	0	80			30	1,027
НТЦ КОНТАКТ	970	35	2	10			24	0,235

Рис. 3. Сводная таблица с результатами

Вкладка «Графическое представление» отображает полученные значения эффективности на графиках: «Зависимость эффективности от входных параметров», «Зависимость эффективности от выходных параметров» и «Входные и выходные параметры». Выбрав два объекта-эталона из выпадающего списка, строится граница эффективности и в соответствующих таблицах справа будут выведены объекты-лидеры и объекты-аутсайдеры по отношению к выбранным объектам-эталонам (рисунок 4).

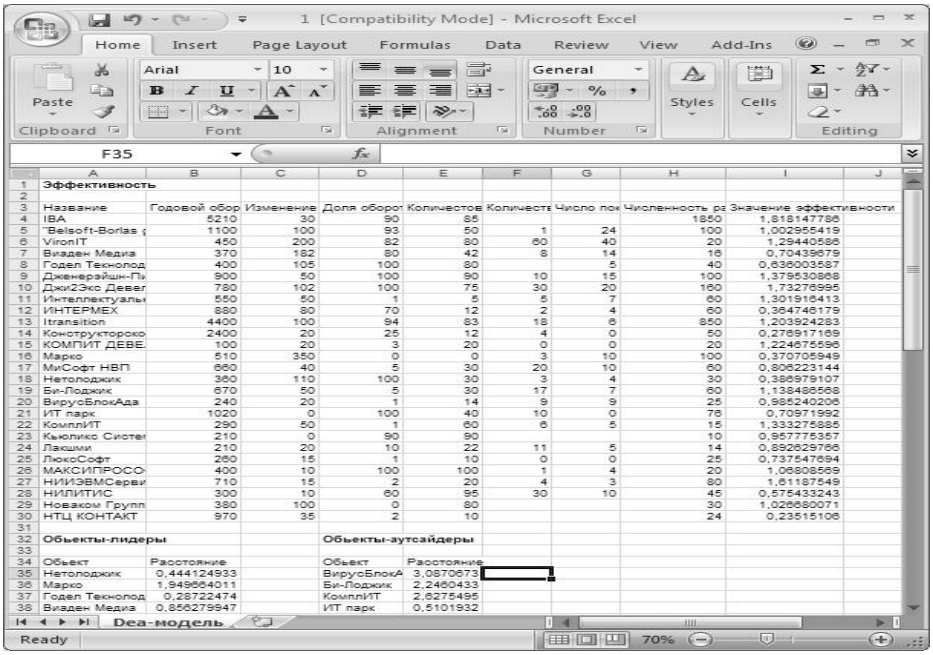


Объект	Расстояние
Нетолоджик	0,444
Марко	1,95
Годел Технолоджис ...	0,287
Виаден Медиа	0,856
VironIT	0,158
"Belsoft-Borlas group"	0,568
IBA	2,661
Itransition	3,474

Объект	Расстояние
ВирусБлокАда	3,087
Би-Поджик	2,246
КомплИТ	2,628
ИТ парк	0,51
НИЛИТИС	2,46
НИИЭВМСервис	2,55
НТЦ КОНТАКТ	1,814
Новаком Групп	1,759
Лакшми	2,912
Кьюликс Системз	1,557
МАКСИПРОСОФТ	1,111
ЛюксСофт	2,891
МиСофт НВП	2,479
КОМПИТ ДЕВЕЛОПЕР С...	2,975
Конструкторское бюро ...	0,087
Интеллектуальные сис...	2,252
Дженерэйшн-Пи Консал...	0,304

Рис. 4. Определение объектов-лидеров и объектов-аутсайдеров

Программа позволяет сохранить рассчитанные данные в Excel (рисунок 5).



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Эффективность									
2										
3	Название	Годовой обор	Изменение	Доля оборот	Количестов	Количеств	Число пок	Численность ра	Значение эффективности	
4	IBA	5210	30	90	85			1850	1,818147786	
5	"Belsoft-Borlas	1100	100	93	50	1	24	100	1,002955419	
6	VironIT	450	200	82	80	60	40	20	1,29440586	
7	Виаден Медиа	370	182	80	42	8	14	16	0,70439679	
8	Годел Технолод	400	105	100	80		5	40	0,636003587	
9	Дженерайшн-Пу	900	50	100	90	10	15	100	1,378530868	
10	Джи2Экс Девел	780	102	100	75	30	20	160	1,73276995	
11	Интеллектуальн	550	50	1	5	5	7	60	1,301916413	
12	ИНТЕРМЕХ	880	80	70	12	2	4	60	0,364746179	
13	Itransition	4400	100	94	83	18	6	850	1,203924283	
14	Конструкторско	2400	20	25	12	4	0	50	0,278917169	
15	КОМПИТ ДЕВЕЛ	100	20	3	20	0	0	20	1,224675596	
16	Марко	510	350	0	0	3	10	100	0,370705949	
17	МиСофт НВП	660	40	5	30	20	10	60	0,806223144	
18	Нетолоджик	360	110	100	30	3	4	30	0,386979107	
19	Би-Лоджик	670	50	5	30	17	7	60	1,138486568	
20	ВирусБлокАда	240	20	1	14	9	9	25	0,985240206	
21	ИТ парк	1020	0	100	40	10	0	76	0,70971992	
22	КомплИТ	290	50	1	60	6	5	15	1,333275885	
23	Кьюлико Систем	210	0	90	90			10	0,957775357	
24	Лакшми	210	20	10	22	11	5	14	0,892629766	
25	ЛюкоСофт	260	15	1	10	0	0	25	0,737547694	
26	МАКСИПРОСО	400	10	100	100	1	4	20	1,06908569	
27	НИИЭВМСерви	710	15	2	20	4	3	80	1,61187549	
28	НИЛИТИС	300	10	60	95	30	10	45	0,575433243	
29	Новаком Групп	380	100	0	80			30	1,026680071	
30	НТЦ КОНТАКТ	970	35	2	10			24	0,23515106	
31										
32	Объекты-лидеры			Объекты-аутсайдеры						
33										
34	Объект	Расстояние		Объект	Расстояние					
35	Нетолоджик	0,444124933		ВирусБлокА	3,0870673					
36	Марко	1,949664011		Би-Лоджик	2,2460433					
37	Годел Технолод	0,28722474		КомплИТ	2,6275495					
38	Виаден Медиа	0,856279947		ИТ парк	0,5101932					

Рис. 5. Экспортированные данные в Excel

В практика оценка эффективности по качественным показателям достаточно субъективна, очень сложно выявить эталон. Нами решена задача формирования границы эффективности для качественных показателей. Программный комплекс успешно опробован для решения сходных задач и выделения секторов эффективности, верифицирован по результативности со средой Efficiency Measurement System (EMS) и показал сходные решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Charnes, A.* Measuring the Efficiency of Decision Making Units / A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes // European Journal of Operational Research. 1978. V. 2.

2. *Cooper, W. W.* Data Envelopment Analysis [Text]: A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver Software / W. W. Cooper, L. M. Seiford, K. Tone. Boston : Kluwer Academic Publishers, 2000.

3. *Кривоножко, В. Е.* Анализ эффективности финансовых институтов в экономике переходного периода / В. Е. Кривоножко [и др.] // Нелинейная динамика и управление: сборник трудов. М. : ИСА РАН, 2000.